

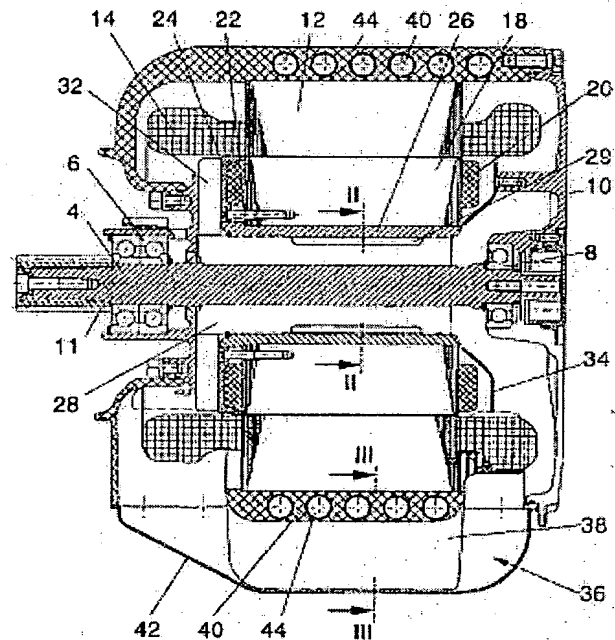
Electric machine, especially motor for driving vehicle, has external stator, internal rotor, and heat exchanger integrated into electrical machine to cool coolant used in machine

Patent number: DE19905539
Publication date: 2000-08-17
Inventor: BACHMANN MAX (DE)
Applicant: ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE)
Classification:
- international: H02K5/20; H02K9/06; H02K9/08; H02K9/19; H02K5/20; H02K9/00; H02K9/04; H02K9/19; (IPC1-7): H02K9/02; H02K9/08; H02K9/19
- european: H02K5/20; H02K9/06; H02K9/08; H02K9/19
Application number: DE19991005539 19990210
Priority number(s): DE19991005539 19990210

Report a data error here

Abstract of DE19905539

The electric machine has an external stator and an internal, rotatably mounted rotor with a rotor plate packet (18) and a rotor shaft (4) rotationally securely fixed to the rotor plate packet. A heat exchanger (36) is integrated into the electrical machine to cool the coolant used in the machine.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 05 539 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
H 02 K 9/02
H 02 K 9/08
H 02 K 9/19

②1 Aktenzeichen: 199 05 539.4
②2 Anmeldetag: 10. 2. 1999
④3 Offenlegungstag: 17. 8. 2000

DE 199 05 539 A 1

⑦1 Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

⑦2 Erfinder:
Bachmann, Max, 88339 Bad Waldsee, DE

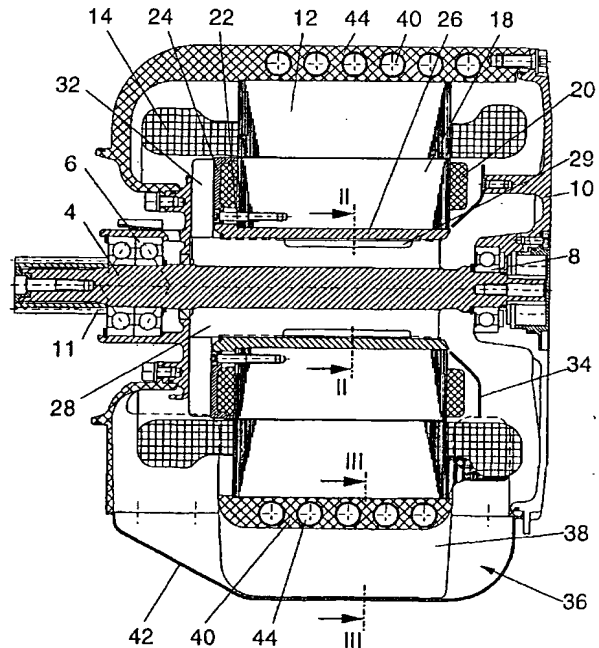
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE-AS 11 16 797
DE 196 48 455 A1
DE 40 32 944 A1
DE-GM 18 13 190
DE-GM 18 02 282
US 24 58 010

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Elektrische Maschine

⑤7 Es wird eine elektrische Maschine (2) mit einem außen-
liegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar ge-
lagerten Rotor vorgeschlagen, der ein Rotorblechpaket
(18) und eine mit dem Rotorblechpaket (18) drehfest ver-
bundene Rotorwelle (4) aufweist. Ein Wärmetauscher (36)
zur Kühlung eines in der Maschine (2) verwendeten Kühl-
mediums ist in die elektrische Maschine (2) integriert.



DE 199 05 539 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine insbesondere als Elektromotor zum Antreiben von Fahrzeugen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Derartige Maschinen sind häufig Asynchronmaschinen, die mit einem Stator und einem in dem Stator vorgesehenen Rotor ausgebildet sind. Der Rotor wird als Kurzschlußläufer ausgebildet und besteht vorzugsweise aus elektrisch leitfähigem Aluminium, das in Form eines Druckgusses zum Rotor geformt wird. Das Aluminium wird bei der Herstellung in die vom Blechpaket des Rotors gebildeten Nuten eingegossen und an den Stirnseiten des Rotors werden die Aluminiumstränge aus den jeweiligen Nuten zu einem Ring zusammengeschlossen und damit kurzgeschlossen (Kurzschlußkäfig). Die Asynchronmotoren sind vorwiegend hoch ausgenutzte Motoren, deren Wärmeentwicklung eine optimierte Kühlung verlangen.

Eine derartige elektrische Maschine ist beispielsweise aus der EP 0 484 548 B1 bekannt. Die verwendeten elektrischen Maschinen weisen einen innenliegenden Rotor mit Rotorwelle und Rotorblechpaket und einen außenliegenden Stator auf. Die elektrische Maschine ist mit dem Kühlkreislauf des Fahrzeuges verbunden.

Ein besonderes Problem bei der Kühlung derartiger elektrischer Maschinen besteht in der Kühlung von im Inneren der elektrischen Maschine befindlichen Kühlmedien, insbesondere Umluft, das durch die Rotation des Rotors mit an dem Rotor ausgebildeten Flügeln gefördert wird. Meist sind die die Umluft führenden Kanäle zwischen dem Statorblechpaket und dem Gehäuse der Maschine eingebracht, überwiegend eingegossen. Dort erschweren relativ hohe Temperaturen die Kühlung der Umluft. Der Lufteintritt in die meist vielen, kleinen am Umfang verteilten Kanäle ist äußerst widerstandsbehaftet und führt zu einem Drossелеffekt.

Das Kühlmedium Umluft muß effizient an möglichst niedrig temperierten Flächen gekühlt werden. Die Druckverluste in der Zirkulation der Umluft müssen gering gehalten werden bzw. der Volumenstrom muß groß gehalten werden.

Gleichzeitig ist der Transport eines Kühlmediums in der elektrischen Maschine durch die baulich bedingte räumliche Begrenzung erschwert, wodurch die anfallenden Temperaturen insbesondere bei hoch ausgenutzten Maschinen nur schwer aus der Maschine abgeführt werden können.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Maschine aufzuzeigen, die eine verbesserte Kühlung des Kühlmediums ermöglicht.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Erfindung mit den Merkmalen von Anspruch 1. Ausgestaltungen des erfinderschen Gedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die von elektrischen Maschinen erzeugte Wärme muß zur Kühlung der Maschine an ein Kühlmedium abgegeben werden, das mit der Maschine in Verbindung bringbar ist. Ein vorteilhaftes Kühlmedium stellt die Luft dar, die ihrerseits mit geeigneten Mitteln wieder rückgeköhlt wird oder sich gegen andere Luft austauscht. Luft ist ein hervorragender Isolator, so daß in der elektrischen Maschine keine besonderen elektrischen Isolationen durchgeführt werden müssen, um die verschiedenen Bauteile der Maschine gegen Kurzschlußprobleme zu schützen, die im Zusammenhang mit dem Kühlmedium auftreten könnten. Um das Kühlmedium in der Maschine sicher zu führen, müssen mögliche Strömungshindernisse weitestgehend vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird in einer elektrischen Maschine mit einem außenliegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor, der ein Rotorblechpaket und eine

mit dem Rotorblechpaket drehfest verbundene Rotorwelle aufweist, ein Wärmetauscher zur Kühlung eines in der Maschine verwendeten Kühlmediums in die elektrische Maschine integriert. In einer vorteilhaften Ausführung erfolgt die Führung des Kühlmediums in Kanälen mit großen Querschnitten und der Wärmetauscher ist in einem von diesen Kanälen angeordnet.

In weiteren Ausführungen kann der Wärmetauscher Kühlrohre aufweisen, die den Stator umgeben und die Kühlrohre können zur Wärmeübertragung mit Kühlrippen in Verbindung stehen. Eine weitere Ausführung zeigt die Kühlrippen in einem separaten Bauteil angeordnet, das in Form einer Kühlwanne an die elektrische Maschine montierbar ist. Noch eine weitere Ausführung zeigt die Kühlrippen in einem separaten Bauteil angeordnet, das in einer Kühlwanne vorgesehen ist, die an die elektrische Maschine montierbar ist. Eine andere vorteilhafte Ausführung weist in den Kühlrippen Kühlrohre auf, die mit den Kühlrohren, die den Stator umgeben, verbindbar sind. Die Kühlrohre in den Kühlrippen können in einer Ausgestaltung unter einem Winkel zu den Kühlrohren montiert sein, die den Stator umgeben.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung zeigt einen hohl ausgebildeten Rotor, der einen der Kanäle bildet, und in dem zwischen Rotorblechpaket und Rotorwelle das Kühlmedium hindurch geführt werden kann. Eine Ausführung weist Elemente auf zur Unterstützung einer drallfreien Zuführung des Kühlmediums zum Wärmetauscher. Als Kühlmedium wird in vorteilhafter Ausgestaltung Luft verwendet.

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine elektrische Maschine mit sternförmiger Stegwelle;

Fig. 2 einen Schnitt durch Stegwelle und Rotorwelle nach Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt durch den Wärmetauscher nach Fig. 1;

Fig. 4 eine elektrische Maschine mit sichelförmiger Stegwelle;

Fig. 5 einen Schnitt durch Stegwelle und Blechpaket nach Fig. 4;

Fig. 6 eine elektrische Maschine mit Lüftereinrichtung in der Rotorwelle;

Fig. 7 einen Schnitt durch Stegwelle und Rotorwelle nach Fig. 6;

Fig. 8 eine elektrische Maschine mit schneckenförmiger Stegwelle;

Fig. 9 einen Schnitt durch den Wärmetauscher mit Kühlwanne;

Fig. 10 einen weiteren Schnitt durch den Wärmetauscher mit Kühlwanne;

Fig. 11 einen Schnitt durch die Kühlwanne nach Fig. 9 und

Fig. 12 einen Schnitt durch die Kühlwanne nach Fig. 10.

Die Fig. 1 zeigt eine elektrische Maschine 2 mit einer Rotorwelle 4, die in einer ersten Lagerung 6 und in einer zweiten Lagerung 8 drehbar in einem Gehäuse 10 gelagert ist. Die Rotorwelle 4 weist eine Verzahnung 11 auf, über die die elektrische Maschine 2 mit weiteren und hier nicht gezeigten Elementen des Antriebsstranges zusammenwirkt. In dem Gehäuse 10 ist ein Statorblechpaket 12 angeordnet, durch das die Statorwicklung 14 hindurchragt. Mit einem geringen Luftspalt 16 beabstandet liegt radial innerhalb des Statorblechpakets 12 ein Rotorblechpaket 18, das von Metallstäben 20, vorzugsweise aus Aluminium durchdrungen wird. Eine Kappe 24 ist an dem Rotorblechpaket 18 mit Verschraubungen 22 befestigt. Alternativ können die Metallstäbe 20 auch in das Rotorblechpaket 18 in einem Druck-

gußverfahren eingepreßt werden. Das Rotorblechpaket **18** sitzt auf einer runden, hohlen Zwischenwelle **26** auf. Innerhalb der Zwischenwelle **26** ist die Rotorwelle **4** drehfest angeordnet, beispielsweise mit Preßsitz eingepreßt. Die Rotorwelle **4** kann jedoch unmittelbar in das Rotorblechpaket **18** eingepreßt sein. Die Rotorwelle **4** weist vier Stege **28** auf, die in der Form eines Sternes angeordnet sind (siehe Fig. 2). Die Stege **28** weisen in der hier gezeigten Anordnung Ausparungen **29** auf, so daß die Stege **28** nicht auf ihrer vollen Länge an der Innenwand der hohlen Zwischenwelle **26** anliegen. In den Zwischenräumen **30** zwischen den Stegen **28** kann ein erstes Kühlmedium, vorzugsweise Luft, durch die Zwischenwelle **26** bzw. das Rotorblechpaket **18** gefördert werden. Dazu ist an einem axialen Ende des Rotorblechpaketes **18** ein Lüfterrad **32** angeordnet, das eine Strömung des Kühlmediums hervorruft. An dem anderen axialen Ende des Rotorblechpaketes **18** ist ein Blechring **34** vorgesehen, der das durch einen Wärmetauscher **36** strömende Kühlmedium drallfrei in Richtung auf die Rotorwelle **26** leitet. Der Wärmetauscher **36** weist Kühlrippen **38** (siehe Fig. 3) auf, die das Kühlmedium durchströmt und die in der hier gezeigten Ausgestaltung von dem Gehäuseteil **40** gebildet werden. Die Kühlrippen **38** sind nach außen von einem Deckel **42** begrenzt, der an das Gehäuseteil **40** angeschraubt ist.

In dem Gehäuseteil **40** sind Kühlrohre **44** vorgesehen, durch die ein zweites Kühlmedium strömt. Die vom ersten Kühlmedium im Wärmetauscher **36** über die Kühlrippen **38** auf die Kühlrohre **44** übertragene Wärme wird vom zweiten Kühlmedium von der elektrischen Maschine **2** wegtransportiert. Gleichzeitig kann vom Statorblechpaket **12** Wärme auf die Kühlrohre **44** übertragen werden, wodurch eine Kühlung des Statorblechpaketes **12** erfolgt.

In der in Fig. 4 gezeigten Anordnung weist die elektrische Maschine **2** eine Rotorwelle **4** auf, die drei sichelförmig gebogene Stege **46** besitzt. Die sichelförmig geschwungene Form der Stege **46** erlaubt ein hohes Arbeitsvermögen bezüglich der aufzunehmenden Spannungsenergie beim Einpreßvorgang der Stegwelle **4** in das Blechpaket **18**. Dabei können Setzungen und Fertigungstoleranzen egalisiert bzw. aufgefangen werden.

Die Kühlrohre **48** sind in der hier gezeigten Ausführungsform mit einem rechtwinkligen Querschnitt versehen. Die Lagerung **50**, die hier als Rollenlager ausgeführt ist, weist hinter einer Kappe **52** ein Fettdpot auf.

In der Fig. 6 befinden sich innerhalb der Zwischenwelle **26** keine Stege, sondern Lüftereinrichtungen **54**, wobei in der hier gezeigten Anordnung an jedem axialen Ende der Zwischenwelle **26** eine Einrichtung **54** vorgesehen ist. Der Innenring **56** der Lüftereinrichtung **54** ist über eine Verzahnung **58** drehfest mit der Rotorwelle **4** verbunden (siehe Fig. 7). Der Außenring **60** ist über eine Verzahnung **62** drehfest mit der Zwischenwelle **26** verbunden. Die Flügel **64** der Lüftereinrichtung **54** transportieren das erste Kühlmedium, auch hier vorzugsweise Luft, durch die hohle Zwischenwelle **26** bzw. das Rotorblechpaket **18**. Die Berührungsflächen zum Wärmeübergang zwischen Zwischenwelle **26** und Rotorwelle **4** sind hier sehr begrenzt.

Die in der Fig. 8 gezeigte Ausführungsform weist eine Rotorwelle **4** auf, die wie ein Schneckenförderer geformt ist. Die Stege sind schneckenförmig gewunden und können so bei Rotation das erste Kühlmedium durch die hohle Zwischenwelle **26** fördern. Auch hier beschränkt sich die Berührungsfläche zwischen der Zwischenwelle **26** und der Rotorwelle **4** auf quasi linienförmige Berührungsflächen entlang der Stege, so daß der Wärmeübergang weitgehend gering gehalten werden kann. Gleichzeitig kann wie bei allen vorher beschriebenen Ausführungsformen das Material der Rotorwelle **4** so gewählt sein, daß eine schlechte Wärmeleitung

erzielt wird. Als derartige Materialien eignen sich insbesondere hochlegierte Stähle oder Titan.

In den Fig. 9 bis Fig. 12 werden unterschiedliche Ausgestaltungen des Wärmetauschers **36** beschrieben. In der Fig. 9 wird der Wärmetauscher **36** für einen luftgekühlten Motor gezeigt. Die Kühlrohre **44** sind so angeordnet, daß sie nur über einen Teil ihres Umfanges im Gehäuseteil **40** eingebettet sind. Der andere Teil des Umfanges strahlt die vorhandene Wärme in Richtung auf die Kühlrippen **38** ab, die in einer Kühlwanne **66** angeordnet sind, die wiederum von außen gekühlt wird. Die Kühlwanne **66** ist mit dem Gehäuse **10** verbunden. Die Fig. 11 zeigt einen Schnitt durch den Wärmetauscher **36** nach Fig. 9. Die Kühlrohre **44** ragen bis nahe an die Kühlrippen **38** heran, so daß die Wärme gut aufgenommen werden kann. Mit Verschraubungen **68** ist die Kühlwanne **66** an das Gehäuse **10** angeschraubt. Auch in der Fig. 10 sind die Kühlrohre **44** so angeordnet, daß sie nur über einen Teil ihres Umfanges im Gehäuseteil **40** eingebettet sind. Der andere Teil des Umfanges strahlt die vorhandene Wärme in Richtung auf die Kühlrippen **38** ab, die in einer Kühlwanne **66** angeordnet sind. Die Kühlwanne **66** ist mit dem Gehäuse **10** verbunden. Mit den Kühlrohren **44** sind hier in Strichen dargestellte Kühlrohre **70** verbunden, die sich innerhalb des Bereichs der Kühlrippen **38** befinden und diese durchdringen und die die Kühlrohre **44** unter einem Winkel von 90° kreuzen. Dabei durchziehen die Kühlrohre **70** vorzugsweise die Kühlrippen **38** in der Form eines Mäanders und sind am Anfang und Ende mit den Kühlrohren **44** verbunden. Die Kühlrohre **70** können auch von einem niedrig temperierten Kühlmedium durchflossen sein, das von außerhalb dem Motor zugeführt wird.

Die Fig. 12 zeigt einen Schnitt durch den Wärmetauscher **36** nach Fig. 10. Die Kühlrohre **44** ragen bis nahe an die Kühlrippen **38** heran, sodaß die Wärme gut aufgenommen werden kann. Die Kühlrippen **38** bilden hier einen separaten Kühler **72**, der in der Kühlwanne **66** angeordnet ist. Die Kühlrippen **38** sind von den Kühlrohren **70** in Form einer Kühlturbine durchzogen. Mit Verschraubungen **68** ist die Kühlwanne **66** an das Gehäuse **10** angeschraubt.

Mit gleichbleibend großen und strömungsgünstigen Querschnitten zur Luftdurchdringung können ein großer Volumenstrom und eine große Kühlleistung erreicht werden. Zudem verschafft die erfindungsgemäße Anordnung eine kostengünstige Fertigung. Unter Berücksichtigung der Anschlußmaße kann der Wärmetauscher unabhängig von der elektrischen Maschine variiert werden und unterschiedlichen Ansprüchen angepaßt werden. Eine bauliche Vergrößerung der elektrischen Maschine findet nur lokal und an gewünschter Stelle statt.

Bezugszeichen

- 2 elektrische Maschine
- 4 Rotorwelle
- 6 Lagerung
- 8 Lagerung
- 10 Gehäuse
- 11 Verzahnung
- 12 Statorblechpaket
- 14 Statorwicklung
- 16 Luftspalt
- 18 Rotorblechpaket
- 20 Metallstab
- 22 Verschraubung
- 24 Kappe
- 26 Zwischenwelle
- 28 Steg
- 29 Aussparungen

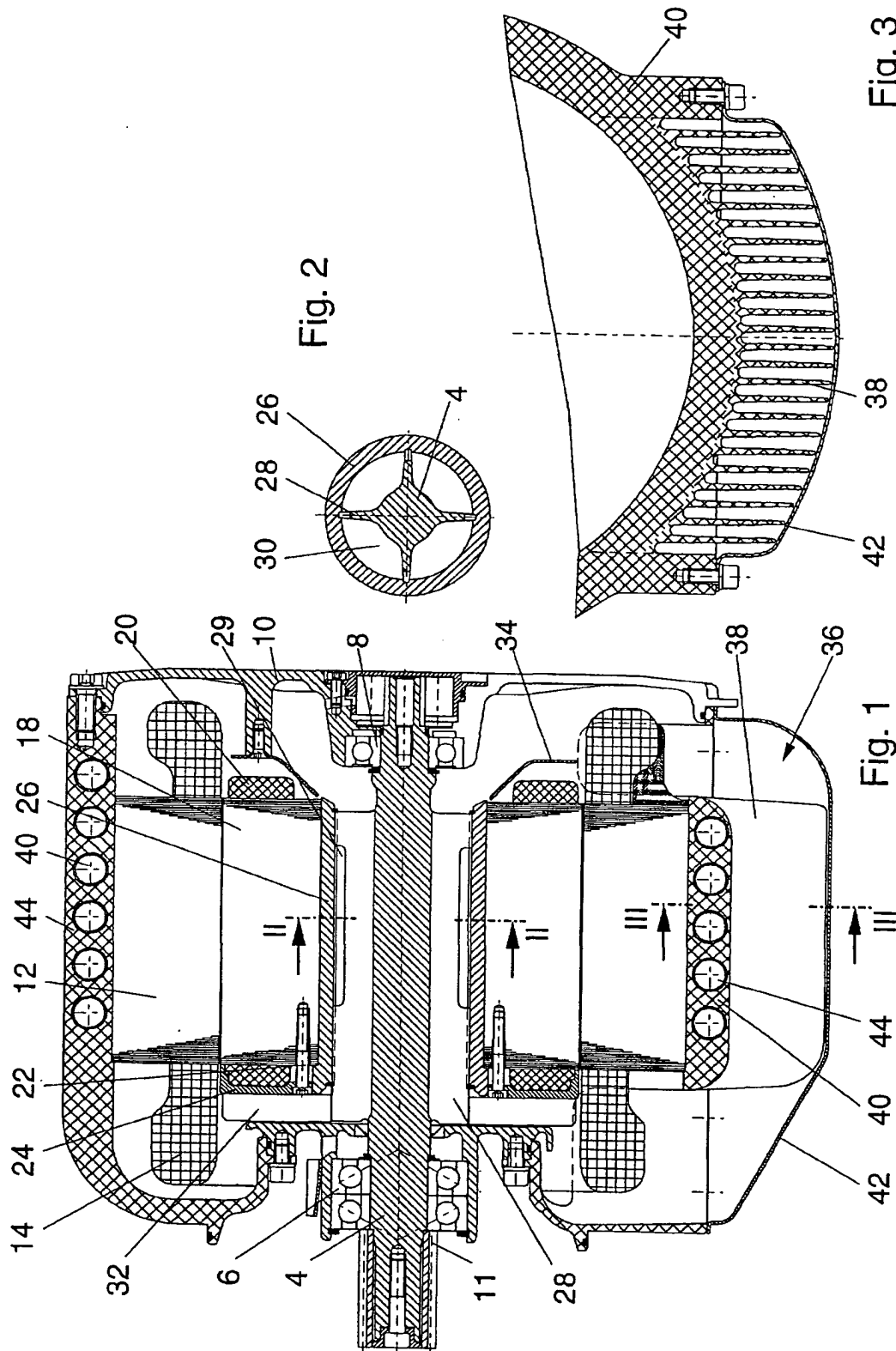
30 Zwischenraum	
32 Lüfterrad	
34 Blechring	
36 Wärmetauscher	
38 Kühlrippe	5
40 Gehäuseteil	
42 Deckel	
44 Kühlrohr	
46 Steg	
48 Kühlrohr	10
50 Lagerung	
52 Kappe	
54 Lüftereinrichtung	
56 Innenring	
58 Verzahnung	15
60 Außenring	
62 Verzahnung	
64 Flügel	
66 Kühlwanne	
68 Verschraubung	20
70 Kühlrohr	
72 Kühler	

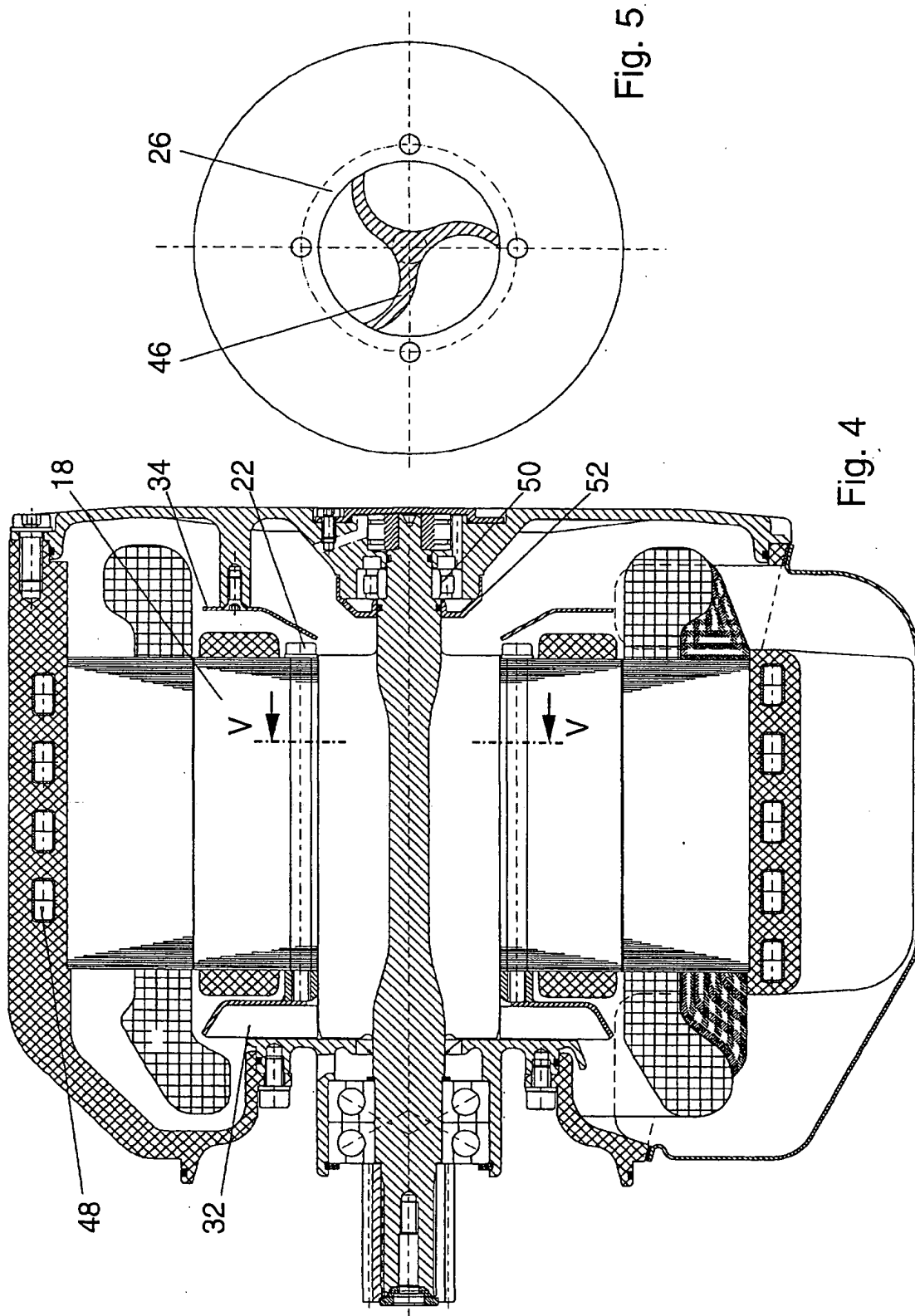
che 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Elemente (34) zur Unterstützung einer drallfreien Führung des Kühlmediums vorgesehen sind.
 11. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmedium Luft ist.

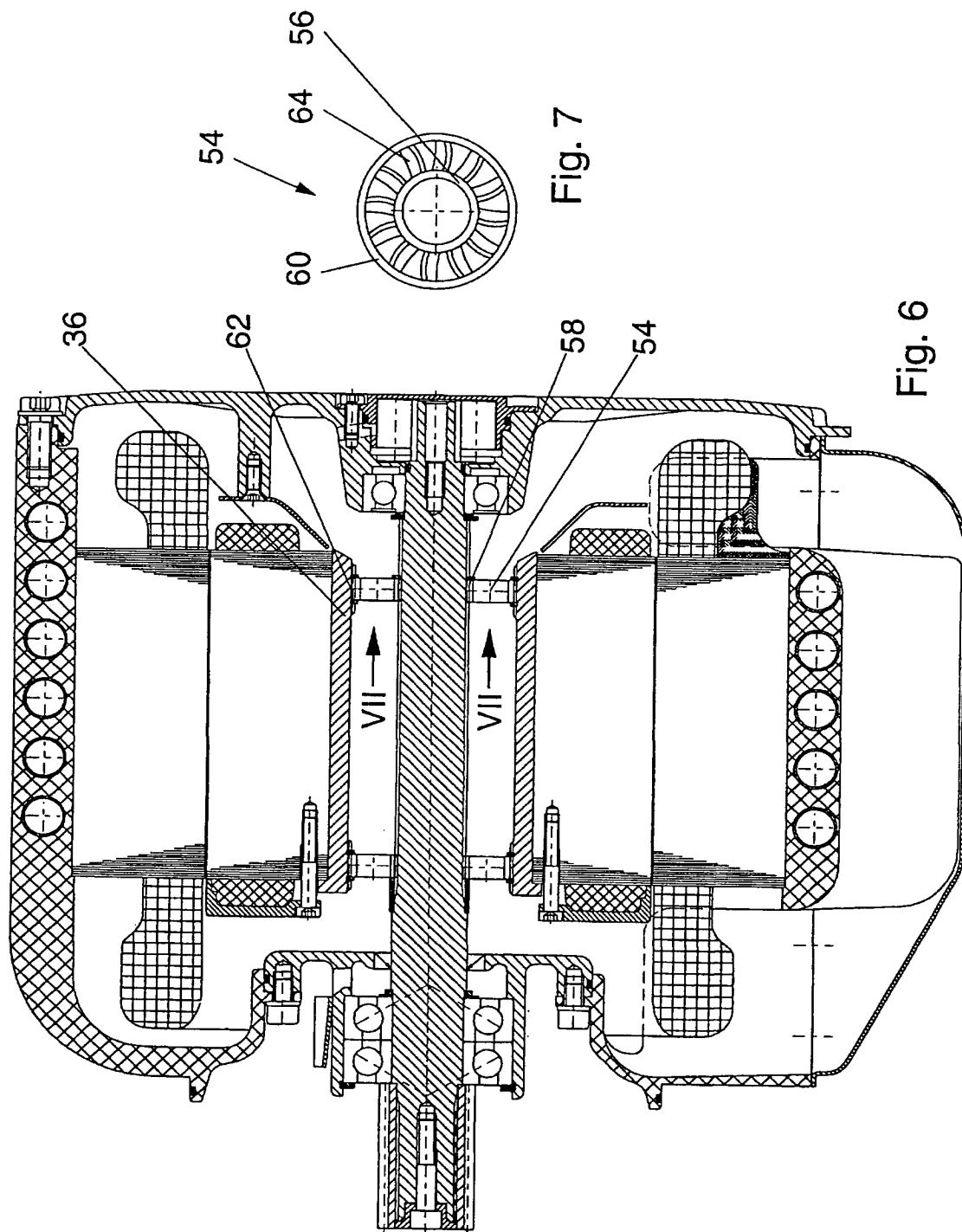
Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

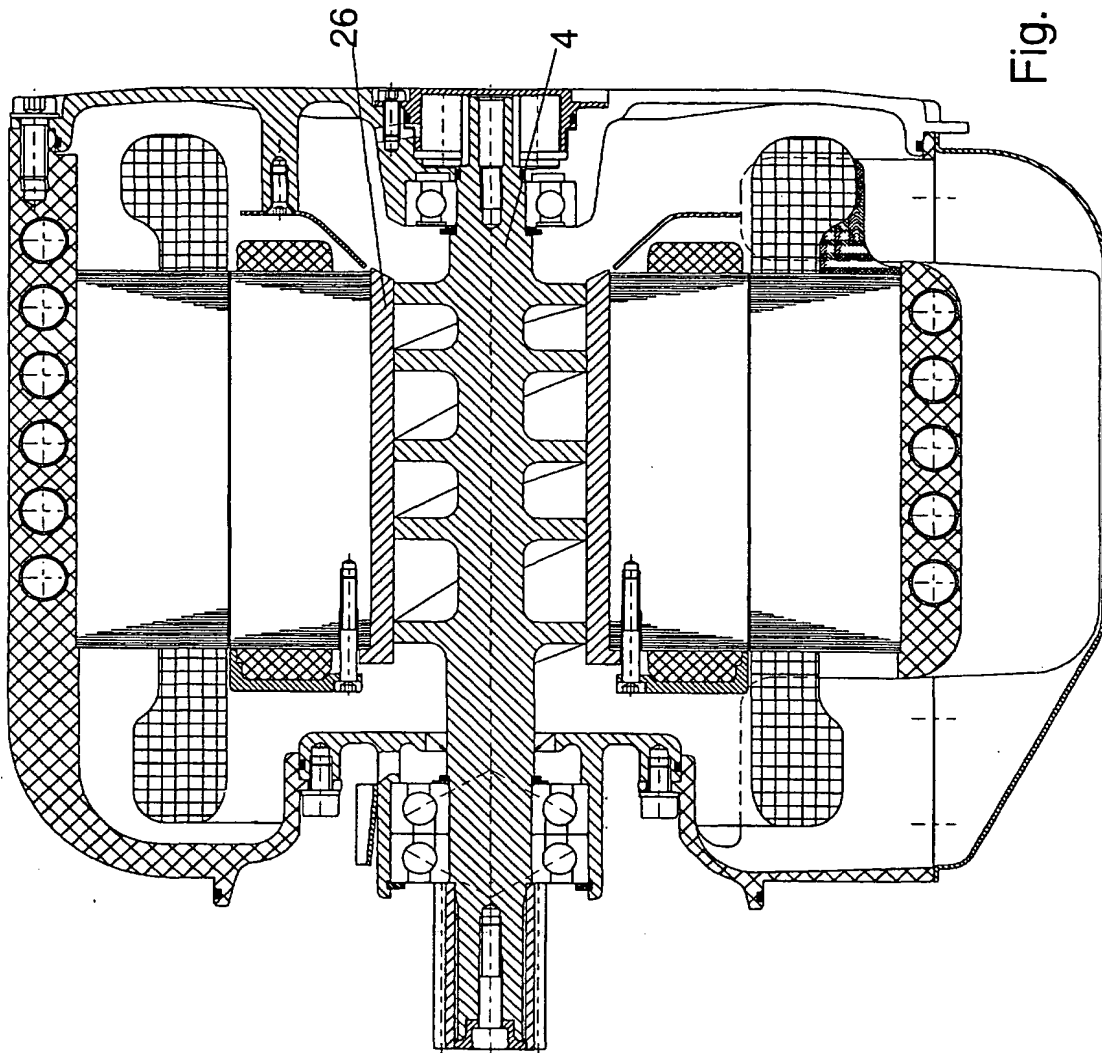
Patentansprüche

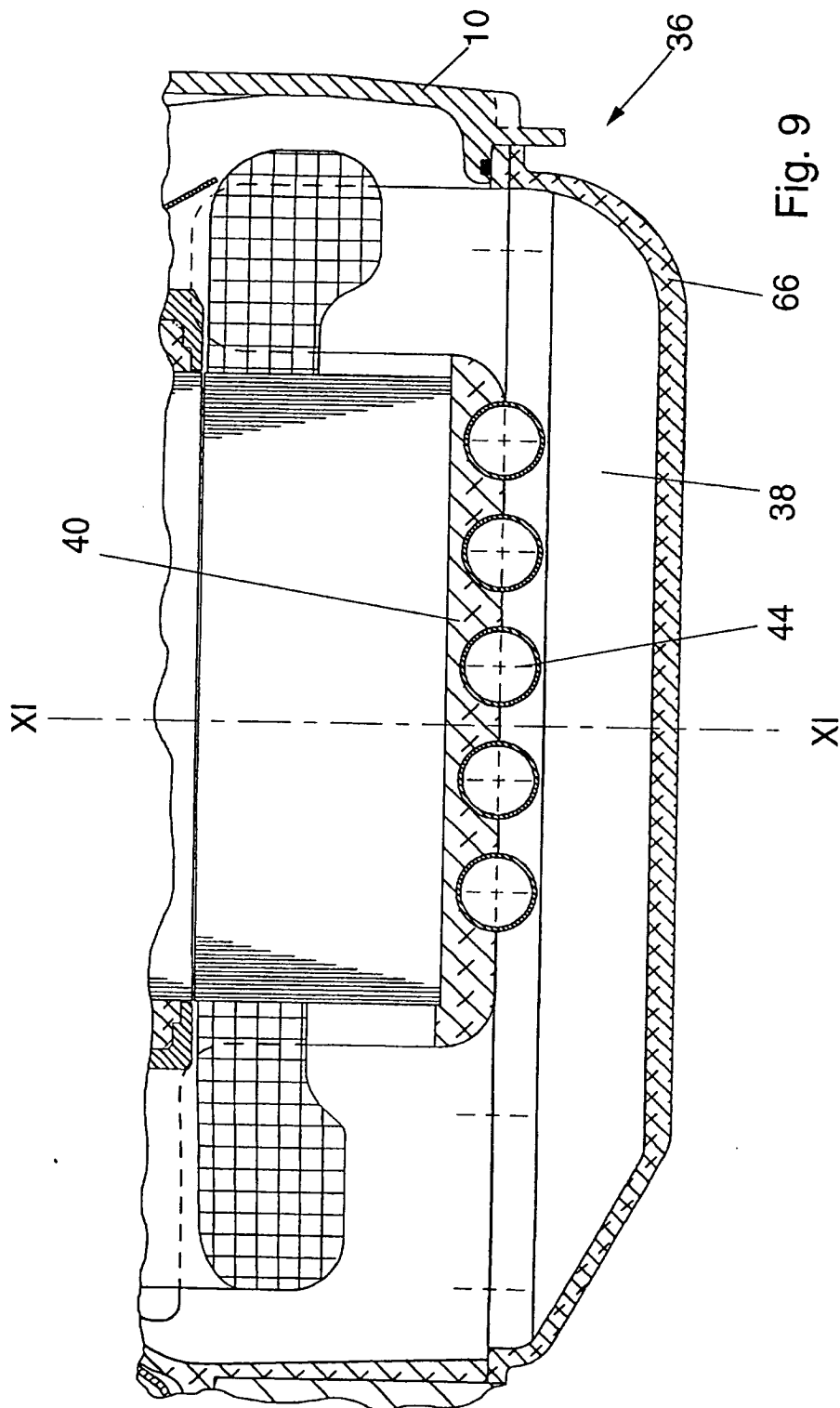
1. Elektrische Maschine (2) mit einem außenliegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor, der ein Rotorblechpaket (18) und eine mit dem Rotorblechpaket (18) drehfest verbundene Rotorwelle (4) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Wärmetauscher (36) zur Kühlung eines in der Maschine (2) verwendeten Kühlmediums in die elektrische Maschine (2) integriert ist. 25
2. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führung des Kühlmediums in Kanälen mit großen Querschnitten erfolgt und der Wärmetauscher (36) in einem Kanal davon angeordnet ist. 30
3. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (36) Kühlrohre (44, 48) aufweist, die den Stator umgeben. 35
4. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrohre (44, 48) im Wärmetauscher (36) zur Wärmeübertragung mit Kühlrippen (38) in Verbindung stehen. 40
5. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrippen (38) in einem separaten Bauteil angeordnet sind, das in Form einer Kühlwanne (66) an die elektrische Maschine (2) montierbar ist. 45
6. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrippen (38) in einem separaten Bauteil (72) in einer Kühlwanne (66) angeordnet sind, die an die elektrische Maschine (2) montierbar ist. 50
7. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in den Kühlrippen (38) Kühlrohre (70) vorgesehen sind. 55
8. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrohre (70) in den Kühlrippen (38) unter einem Winkel zu den Kühlrohren (44, 48) montiert sind, die den Stator umgeben. 60
9. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor hohl ausgebildet ist und einen der Kanäle bildet, in dem zwischen Rotorblechpaket (18) und Rotorwelle (4) das Kühlmedium hindurch geführt werden kann. 65
10. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche

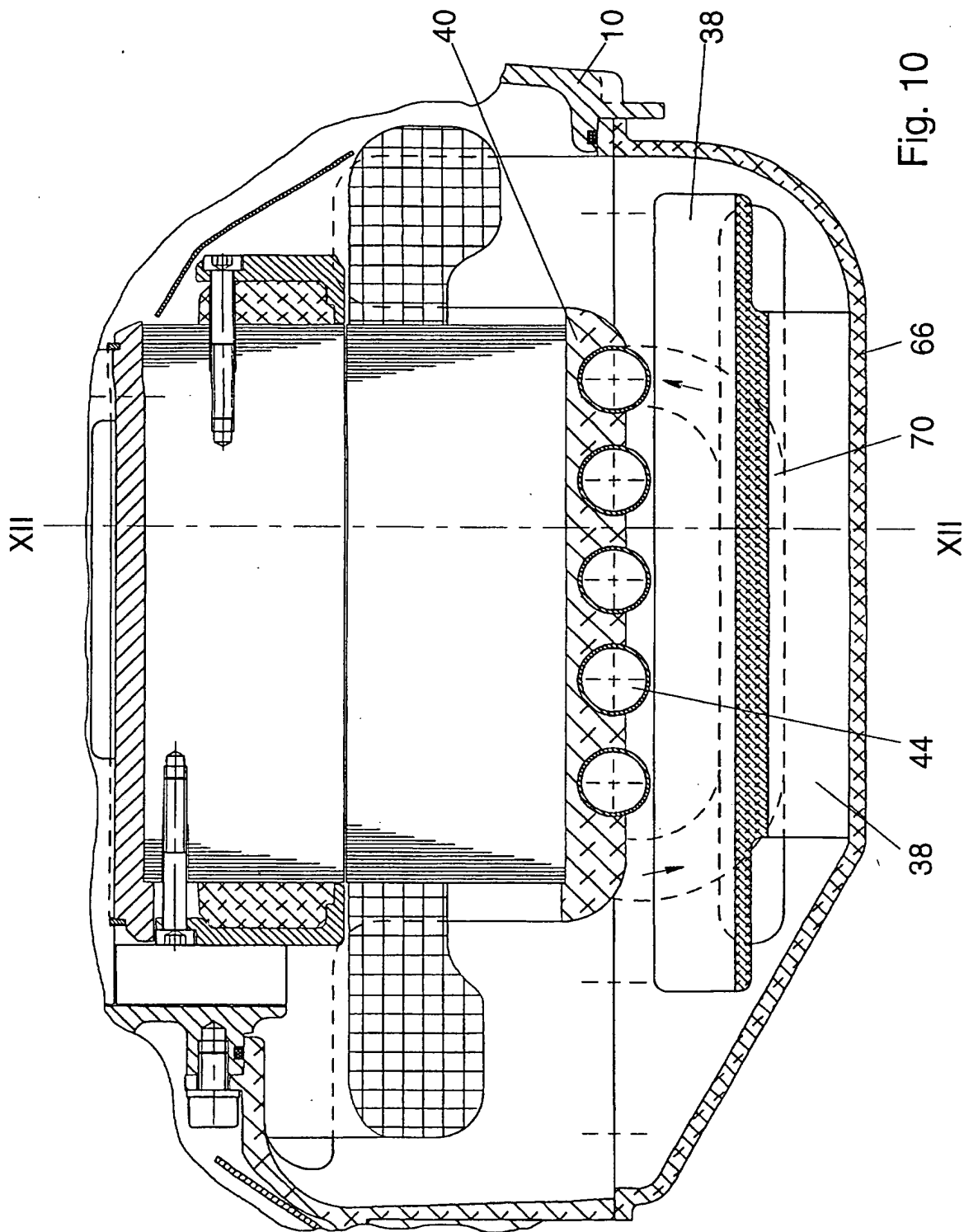












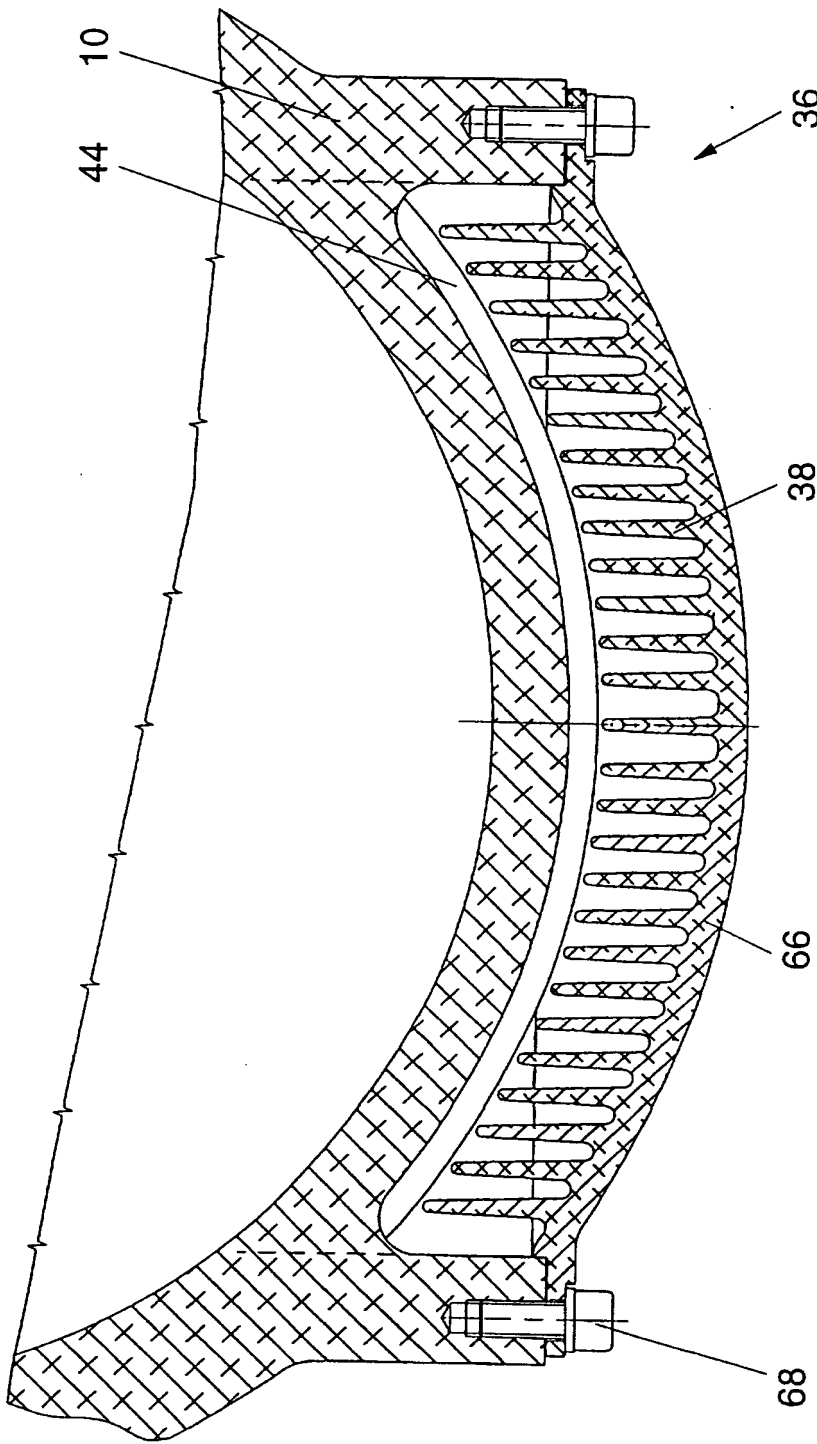


Fig. 11

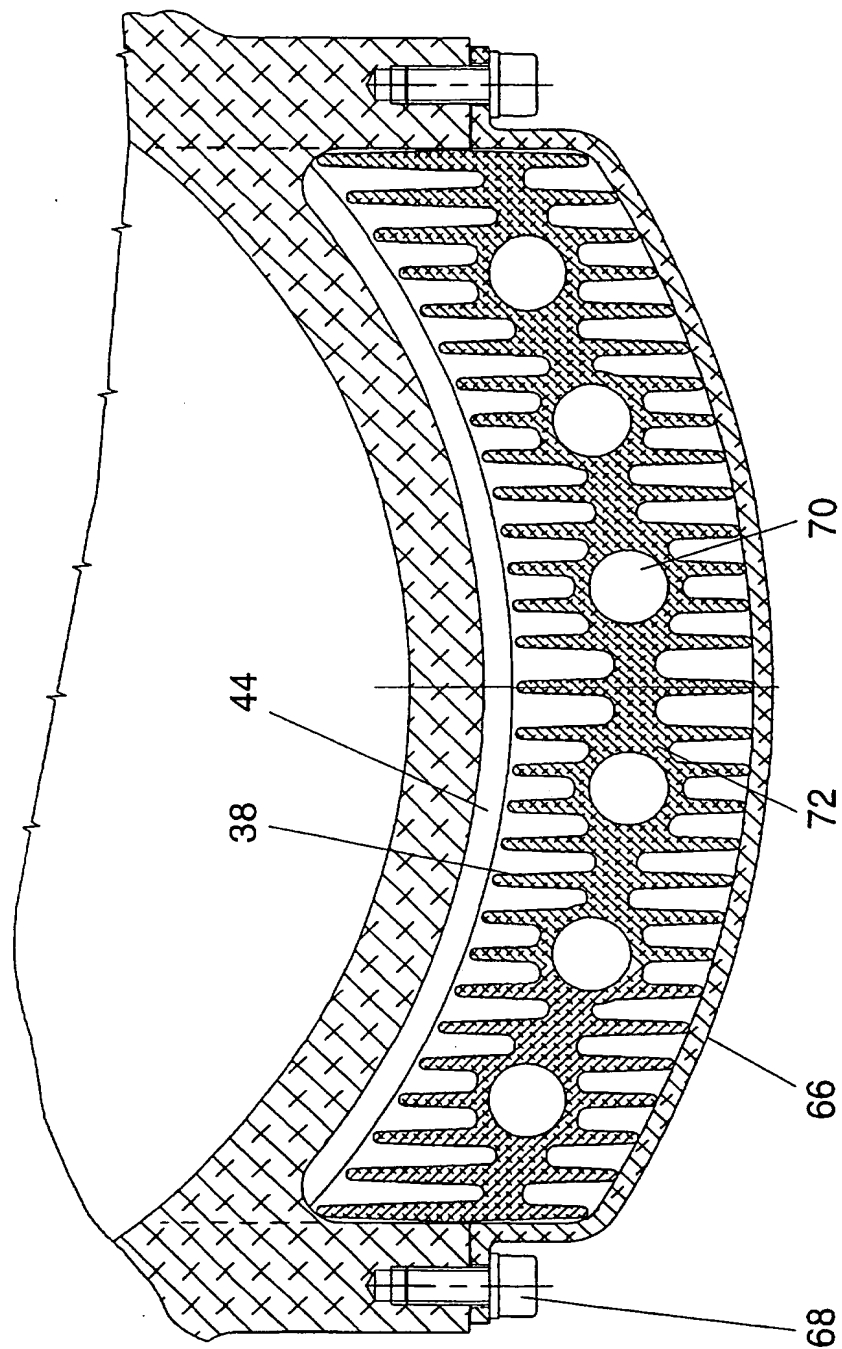


Fig. 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)